利用天敵防治作物害蟲

王清玲　邱一中

利用天敵防治作物害蟲就是生物防治，這裡的天敵泛指自然界中各種生物。適當的利用生物防治能降低農藥的使用量，減少環境污染，並抑制害蟲發生，避免因蟲害而影響農產品的產量與品質。目前害蟲生物防治常用的素材，可分為天敵昆蟲與蟎類以及具致病力的微生物類。昆蟲與蟎類依其作用方式可分為寄生性天敵與捕食性天敵；微生物類通常又分為真菌類、細菌類、病毒類及線蟲類。

天敵種類很多，在不同地區的不同作物上，會因環境條件不同而顯示抑制害蟲能力的差異性，因此在農作上的可利用性便會不同。本文主要介紹數種以往在台灣有實際應用成功例子的天敵，以及在台灣被認為具有發展潛力而研究成果較多的天敵，以供作生物防治利用之參考。

壹、昆蟲與蟎類

利用天敵昆蟲與蟎類防治害蟲或害蟎的研究，在台灣一直深受重視。害蟲天敵種類調查屬於基礎性的研究，經由長期的採集、分類鑑定、標本保存等工作，建立台灣天敵昆蟲資源的豐富資料；遇有重大而難防治的害蟲發生時，曾有自國外引進天敵釋放的情形，其中數例均有令人滿意的結果；對於本地產天敵則著重在天敵的大量繁殖、儲運及釋放應用等技術的研究，期能逐步使多種天敵昆蟲配合害蟲綜合管理技術於田間實際應用。

I. 寄生性天敵

本文所列舉的可可椰子紅胸葉蟲之蛹寄生釉小蜂與柑橘木蝨的亮腹釉小蜂均是自外國引進的寄生蜂，經過檢疫程序後，於試驗室內做基本的飼養繁殖，然後將寄生蜂釋放於田間害蟲發生處。釋放後的寄生蜂自行生存繁衍，並且因為覓尋寄主而逐漸擴散。新天敵的存在使寄主密度受到限制，經過一段時間寄生蜂終能與寄主達到生態上的平衡，使寄主不再肆無限制的大發生。

蔗螟赤眼卵蜂與玉米螟赤眼卵蜂、小菜蛾寄生蜂、東方蚜小蜂都是本地種天敵，在環境中自然生存的密度低。但是都具有某些寄生特性，而且有量產技術，只要以人為方式快速的增殖，短時間內累積相當數量，然後大量釋放至田間，即可達階段性壓抑害蟲密度之目的。

一、可可椰子紅胸葉蟲之蛹寄生釉小蜂

可可椰子紅胸葉蟲(*Brontispa longissima* (Gestro))原產於南太平洋島嶼，1975 年侵入台灣，首先發生於高屏地區，後迅速由南向北蔓延，並擴散至東部，成為可可椰子最重要害蟲。因椰樹高大施藥困難，且許多種植於魚塭附近，不適合使用藥劑防治，故積極發展生物防治之研究工作。1983 年自關島引進蛹寄生釉小蜂(*Tetrastichus brontispae* Ferriere)，於 1984 年分批釋放於高屏地區，首先在南部立足後繼續又擴大在屏東、台東、花蓮釋放並評估成效，最後更釋放至嘉義、雲林及台北(邱等, 1985; 陳, 1992)。釉小蜂在各地區釋放後都能立足，且能自行分散，在釉小蜂的寄生防治之下，可可椰子已經恢復了往日生機，為近年來台灣害蟲生物防治最具成效的案例之一。

二、柑橘木蝨寄生蜂

柑橘木蝨(*Diaphorina citri* Kuwayama)是柑橘和作為綠籬之月橘上常見的害蟲，且是柑桔立枯病的媒介昆蟲。台灣的柑橘木蝨寄生性天敵只有紅腹跳小蜂(*Diaphorencyrtus diaphorinae* (Lin and Tao))一 種，捕食性天敵則有草蛉、瓢蟲及椿象等 4 種，但重要性均不及紅腹跳小蜂。紅腹跳小蜂缺點是重複寄生蜂種類多，達 11 種，且該蜂被寄生率高(25-51%)，加上在一年之中發生期晚於木蝨的發生盛期，抑制能力大打折扣(錢等, 1991)。

於 1983~1986 年分四次自法屬留尼旺島(Reunion)引進亮腹釉小蜂(*Tamarixia radiate* (Waterston))，經檢疫後於室內繁衍增殖，於 1984~1988 年分別在農業試驗所之柑桔園以及 13 縣市之 39 處月橘綠籬上釋放，使該蜂迅速在台灣全島立足。亮腹釉小蜂在月橘綠籬上寄生木蝨的效果顯著，2-4 月間對木蝨之寄生率可達 80-99.7%，顯著壓抑木蝨族群之增長(錢等, 1988；1997)。

三、赤眼卵蜂

台灣於 1910 年即發現蔗螟赤眼卵蜂(*Trichogramma chilonis* Ishii)生存在甘蔗田內，可寄生於黃螟(*Tetramoera schistaceana* Snellen)、二點螟 (*Chilotraea infuscatella* (Snellen)) 及條螟 (*Proceras venosatus* Walker)。1957~1976 年間，以外米綴蛾(*Corcyra cephalonica* Stainton) 的卵為代用寄主，大量繁殖蔗螟赤眼卵蜂，釋放於旗山、岸內、屏東等糖廠所屬的蔗田防治甘蔗螟蟲，調查顯示釋放區之螟卵被寄生率提高，同時幼蔗枯心率及原料莖節間螟害率均降低(陳, 1963, 1973；鄭等, 1978；鄭, 1986, 1997)。因此 1979 年台灣糖業公司於新營區設置蔗螟赤眼卵蜂繁殖中心，進一步將本蜂推廣應用於契約蔗田，釋放面積最高曾達到五萬六千餘公頃，防治效果良好。

另一種在台灣利用的赤眼卵蜂為玉米螟赤眼卵蜂(*Trichogramma ostriniae* Pang and Chen)，為台灣玉米主要害蟲－亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis* (Gueńee))的優勢天敵(邱&陳, 1986)。1984 年在農委會策劃及台糖公司協助下，以蔗螟赤眼卵蜂的飼養技術及釋放經驗，在玉米一期作時大面積釋放玉米螟赤眼卵蜂，並配合藥劑使用防治亞洲玉米螟。根據花蓮區農業改良場 1984 年研究報告指出，1983 年秋作釋放蜂片後，於收穫期調查被害株率比施藥區減少 19.3%，被害果率則減少 5.7% (蘇, 1984)。另外，台灣糖業試驗所 1984~1991 年之七作甜玉米田釋放玉米螟赤眼卵蜂綜合防治玉米螟的試驗，探討釋放玉米螟赤眼卵蜂及噴施蘇力菌抑制玉米螟之可行性，除 1991 年春作外，其他六作之鮮果穗產量在 4.79-9.23 公噸之間，每株僅採獲 0.01-1.27 隻玉米螟幼蟲，似能達到生產無農藥污染之食用甜玉米之目的，顯示釋放玉米螟赤眼卵蜂防治亞洲玉米螟具有一定的成效(鄭等, 1995)。

四、小菜蛾寄生蜂

小菜蛾(*Plutella xylostella* (L.))為十字花科蔬菜重要害蟲，由於施用化學藥劑頻繁，使該害蟲對各類藥劑產生高度的抗藥性，藥劑防治無法徹底解決小菜蛾的問題，因此生物防治技術很受重視。小菜蛾寄生

性天敵逾 42 屬 126 種，有許多值得開發利用於生物防治(錢&邱, 1985)。農業試驗研究單位自 1960 年代起，即積極研究小菜蛾寄生性天敵－小菜蛾小繭蜂(*Apantels plutellae* Kurdjumov)之利用，在 1970 年左右曾大量繁殖後釋放至士林、西螺及楠梓之蔬菜示範田(邱等，1974)，但是受限於大量繁殖技術，無法推廣應用。

本地種小繭蜂科之菜蛾絨繭蜂(*Cotesia plutellae* (Kurdjumov))在低海拔地區有相當高之寄生率，田間應用評估發現，由溫網室及開放田間釋放菜蛾絨繭蜂，完全不施藥及選用毒性較低藥劑之試驗區，均可有效壓制小菜蛾，惟其他害蟲仍需使用藥劑進行防治。彎尾姬蜂 (*Diadegma semiclausum* Hellen)為小菜蛾幼蟲寄生蜂，1985 年由亞洲蔬菜研究發展中心(AVRDC)自印尼引進，1986 年於武陵地區釋放成蜂，1988 年調查顯示已在當地立足(Talekar *et al*., 1992)。雙緣姬蜂(*Diadromus collaris* Gravenhorst) (圖 1)，係原產於歐洲之小菜蛾蛹寄生蜂，1966 年在台北即有記錄。上述之菜蛾絨繭蜂、彎尾姬蜂及雙緣姬蜂，已建立大量飼養技術的建立，可提供釋放防治小菜蛾(高&鄭, 2002)。

圖 1. 室內大量繁殖出來的雙緣姬蜂。

五、粉蝨寄生蜂－東方蚜小蜂

銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring)於 1990 年間，首先發現在台灣的盆栽聖誕紅上嚴重發生，後來擴散蔓延全台，受害的作物廣泛，雖然針對銀葉粉蝨已經篩選數種防治有效之藥劑，但該蟲繁殖潛能大且易產生抗藥性，若單以殺蟲藥劑防治銀葉粉蝨，很難達到防治效果，故國內外均積極開發以生物防治為主之綜合防治技術。據調查在台灣發現 11 種天敵(周等, 1999)，其中以東方蚜小蜂(*Eretmocerus orientalis* Silvestri) 發生最為普遍(周&林, 1993) (圖 2)。

東方蚜小蜂體型細小，對粉蝨 1- 4 齡若蟲皆具產卵寄生的能力(林等, 2002)。東方蚜小蜂在成蟲期會以產卵管刺破粉蝨若蟲取食溢出的體液，因此除寄生外，亦有捕食防治的能力(林, 1999)。除已開發研究室內繁殖技術外，並開發田間大面積應用防治銀葉粉蝨之技術。

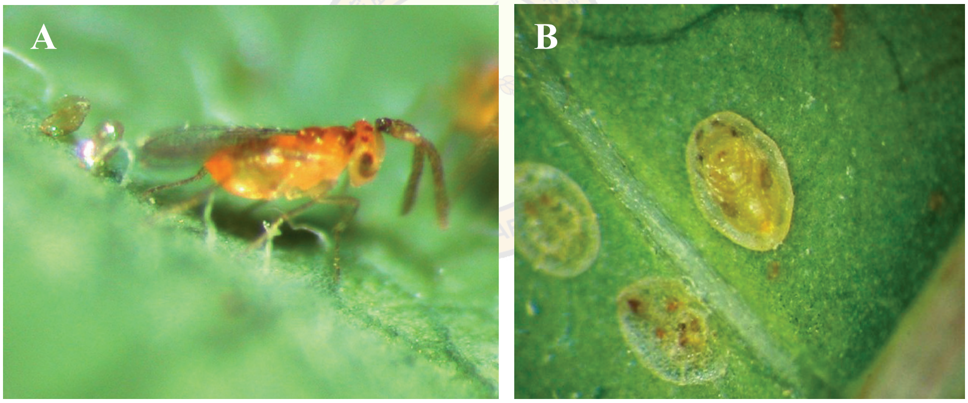

圖 2. 東方蚜小蜂可寄生粉蝨若蟲，壓制粉蝨的危害。
A. 東方蚜小蜂成蟲；B. 被寄生的粉蝨若蟲。

II. 捕食性天敵

本文所述捕食性昆蟲中澳洲瓢蟲屬於引進種，由於自身的習性能融入本地環境，經過初期的釋放後就自行繁衍，長期與寄主共存。其餘數種捕食性昆蟲與捕植蟎類，無論本地種或是引進種，均需要先大量繁殖，然後釋放田間，通常經過一段時間天敵密度就會逐漸降低，恢復其原本之平衡密度，此時如需防治就要再次釋放。

一、瓢蟲

1. 澳洲瓢蟲(*Rodolia cardinalis* Mulsant)－吹綿介殼蟲(*Icerya purchasi* Maskell)，原產於澳洲，可能於 1902 年後隨進口植栽侵入台灣。此害蟲寄主植物多達 30 科 76 種，尤其對柑橘類及相思樹構成嚴重的威脅。素木得一博士於 1909 年，由紐西蘭引進澳洲瓢蟲，經大量繁殖釋放後，很快的在台灣田間立足，並與台灣原產的小紅瓢蟲(*Rodolia pumlia* Weise)共同控制吹綿介殼蟲密度，此後吹綿介殼蟲的密度完全被控制，效果極為顯著(邱, 1966；陶, 1966；羅&陶, 1966)。

2. 大十三星瓢蟲(*Synonycha grandis* (Thunberg))－甘蔗棉蚜(*Ceratovacuna Ianigera* Zehntner)是甘蔗主要害蟲之一，其天敵種類包括瓢蟲、食蚜虻、草蛉等多種，但其中最重要的本土性天敵是大十三星瓢蟲。糖研所當時開發大十三星瓢蟲的繁殖流程，以孵化出的瓢蟲幼蟲或成蟲釋放於甘蔗田，防治效果甚佳(邱, 1966；潘, 1966)。

3. 錨紋瓢蟲(*Lemnia biglagiata* Swartz)－錨紋瓢蟲是菜園及果樹栽培區常見的捕食性瓢蟲，幼蟲及成蟲以桃蚜(*Myzus persicae* (Sulzer))為主食，亦能捕食綿蚜(*Aphis gossypii* Glover)、捲葉蚜(*Aphis citricola* van der Goot)、菜蚜(*Brevicoryne brassicae* (Linnaeus))及玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis* Fitch)等，在溫度 27℃的條件下飼育，完成一世代約 21-25 天，較其他種類瓢蟲的生活史短。各蟲期均可進行釋放防治蚜蟲，因已經研發出錨紋瓢蟲的人工飼料(圖 3)，往後該蟲的應用性勢必更為提高(余&陳, 2002)。

圖 3. 利用人工飼料進行錨紋瓢蟲飼養，提高其應用價值。

二、草蛉

目前台灣研究用於生物防治的草蛉種類皆取材於本土，研究較詳細為基徵草蛉(*Mallada basalis* (Walker))和安平草蛉(*M. boninensis* (Navas))。草蛉的食性較雜，容易人為大量飼養，過去以外米綴蛾(*Corcyra cephalonica* (Stainton))卵飼養草蛉幼蟲，但生產成本高。因此農業試驗所研發完成微膠囊人工卵的飼養技術(圖 4)，可進行草蛉的量產，同時亦研發草蛉的冷藏及運輸技術(李, 1999)。不論基徵草蛉或安平草蛉，均可應用在作物上防治各種害蟲和害蟎，如在柑橘之芽期釋放草蛉，可有效防治芽期害蟲如柑橘潛葉蛾(*Phyllocnistis citrella* Stainton)、柑橘木蝨、蚜蟲、粉介殼蟲及柑橘葉蟎(*Panonychus citri* McGregor)等(吳, 1992; 1995)。在木瓜上釋放，可有效抑制神澤葉蟎(*Tetranychus kanzawai* Kishida)之危害，另為害印度棗的柑橘葉蟎，是兩種草蛉最喜歡捕食的對象，試驗成效卓著，可大面積應用(羅, 1997)。為害草莓的二點葉蟎(*Tetranychus urticae* Koch)，雖非草蛉所喜愛捕食的對象，但仍會捕食達抑制葉蟎之目的(章&黃, 1995)。玫瑰的二點葉蟎是最嚴重的問題，經試驗釋放草蛉幼蟲，可達滿意的防治效果，尤其在溫室的效果更佳(羅, 1997)。

圖 4. 飼以微膠囊人工卵的草蛉幼蟲。

三、小黑花椿象

小黑花椿象(*Orius strigicollis* (Poppius))為薊馬類之有效捕食性天敵，亦可捕食粉蝨、葉蟎、蝶蛾卵、蚜蟲等小型害蟲。本種椿象捕食能力強，個體雖小但活動力甚強，可鑽入植物花苞及嫩芽縫隙間捕食藏匿

的薊馬，於穩定的環境條件下，每隻椿象在若蟲與成蟲共約一個月的壽命中可捕食薊馬 230-300 隻或葉蟎 500-600 隻，是極具潛力的天敵，可作為害蟲生物防治之用(圖 5) (王, 1994; Wang, 1998)。農業試驗所與台南區農業改良場朴子分場合作。已建立大量繁殖南方小黑花椿象的基礎技術。田間釋放小黑花椿象防治小型害蟲時，可同時配合使用黃色或藍色黏板，或是同時釋放其它捕食性或寄生性的天敵，彼此互相彌補不足之處，使多種害蟲同時被控制(王, 1999; Wang *et al*, 2001)。

圖 5. 小黑花椿象已建立簡易繁殖技術供田間利用防除薊馬等小型害蟲。

四、黄斑粗喙椿象

黄斑粗喙椿象(*Eocanthecona furcellata* (Wolff))普遍發生於臺灣之園特產作物，捕食範圍甚為廣泛，主要以鱗翅目為主，另有鞘翅目、膜翅目、半翅目等 40 種以上之幼蟲，因此應用於生物防治上害蟲潛力無窮。對鱗翅類幼蟲之捕食能力強，尤其對蔬菜主要害蟲紋白蝶及斜紋夜盜等捕食效果甚佳。雌成蟲在 25℃時，每日捕食紋白蝶幼蟲 4.5 隻(章, 2001)。苗栗區農業改良場自 1996 年起致力於黄斑粗喙椿象大量飼養及應用，利用改良式的簡易飼育法，已推廣田間大量飼育該蟲，同時釋放於田間防治甜菜夜蛾、斜紋夜盜、紋白蝶(章, 2002)。

五、捕植蟎

對於葉蟎類之生物防治，本地種或是自國外引進的捕植蟎均受到重視，台灣本地常見之具有捕食害蟎及害蟲能力之捕植蟎，包括

卵形捕植蟎(*Amblyseius ovalis* (Evans))、溫氏捕植蟎(*A. womersleyi* (Schicha))及多齒捕植蟎(*A. multidentatus* (Swirski & Shechter))。在 1980 年代農業試驗所與中興大學昆蟲系均進行釋放溫氏捕植蟎防治桑樹、楊桃、草莓等作物之研究，證實於神澤葉蟎或二點葉蟎發生初期釋放溫氏捕植蟎，且釋放天敵數量與害蟎的數量比例恰當時，經過一段時間即可以壓抑害蟎密度，防治效果令人滿意(羅等, 1984; Shih, 1985; 施 & 王, 2002)。

農業試驗所自 1983 年後，陸續引進若干外來捕植蟎種類，大量釋放於網室木瓜、草莓、溫帶梨樹、印度棗、茶園及玫瑰上，結果顯示智利捕植蟎(*Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot))與法拉斯捕植蟎(*Amblyseius fallacies* (Garman))可以抑制二點葉蟎與神澤葉蟎之危害(羅等, 1986；羅, 1988；羅&陳, 1995；Lo *et al*., 1990)。同時也研發建立捕植蟎的大量繁殖流程，利用溫室與養蟲室的設備，大量生產捕植蟎(圖 6)。

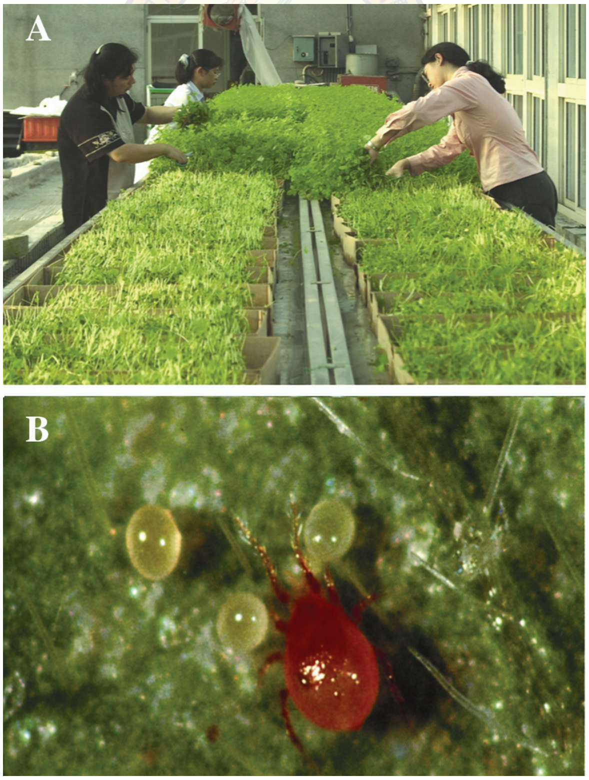

圖 6. A.捕殖蟎大量繁殖流程過程之一。B.捕植蟎食取害蟎的卵。

貳、微生物類

可應用於害蟲防治的微生物天敵種類甚多，各自針對不同對象，適用的昆蟲對象範圍廣泛。寄生昆蟲的微生物寄主專一性高，具有對人畜無害之特性。此外製成的產品使用方便、與昆蟲天敵相較，其產製品更具有便於儲存、運輸等優點。在應用上，除考慮對寄主的寄生效果與田間表現外，製劑是否可以量產也是一項重要的決定因子。近年來由於生物技術領域的研發，微生物天敵可以配合基因工程等技術的發展，期能突破以往技術性的限制，提升微生物製劑的利用性與發展性。

I. 真菌

蟲生真菌一般是經由風力或其他力量的帶動、遷移芽生孢子或分生孢子，使具感受性的昆蟲接觸到孢子。孢子附著到寄主蟲體後，吸收空氣中或蟲體上的水份開始萌芽、侵入蟲體。受到真菌孢子感染的昆蟲，會出現食慾降低、萎靡無力的現象，終至僵化乾枯。

國外已有不少以真菌類作為材料，生產上市之生物藥劑產品，用於防治鱗翅目幼蟲、甲蟲、粉蝨、蚜蟲、椿象等。台灣用於研發生物防治的重要種類有黑殭菌、白殭菌、綠殭菌等。

一、黑殭菌

黑殭菌(*Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin)可寄生在鱗翅目、鞘翅目、直翅目、半翅目及雙翅目等昆蟲體上。1914 年曾由三宅勉氏從夏威夷引進台灣，防治蔗龜(*Alissonotum impressicolle* Arrow)，後黑殭菌普遍發現感染於本地金龜子、螟蟲等(邱, 1966)。由於黑殭菌的寄主專一性較低，黑殭菌對斑飛蝨(*Laodelphax striatellus* (Fallen)) (李&侯, 1989)、亞洲玉米螟(邱, 1989)、甜菜夜蛾(高和蔡, 1989；林和呂, 1991) 均具防治潛力，田間試驗發現黑殭菌對這些昆蟲具有高致病力，有發展成為生物農藥之潛力。利用田間收集之感染黑殭菌的病蟲，將蟲屍磨細加水泡成孢子懸浮液，可以噴佈防治甜菜夜蛾及可可椰子紅胸葉蟲(陳&張, 2001)。

二、白殭菌

主要為球孢白殭菌(*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin)與布氏白殭菌(*B. brongniartii* (Saccardo) Petch)，寄主範圍廣泛，研究與應用較多。在台灣早期曾以白殭菌來防治香蕉假莖象鼻蟲(*Odoiporus longicollis* Olivier) (李, 1959)，後來研究以不同菌系白殭菌防治甘藷蟻象 (*Cylas formicarius* (Fabricius))(蘇, 1991)，研究白殭菌對甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua* (Hübner))及亞洲玉米螟之效果(邱, 1989)。目前證實白殭菌對亞洲棕櫚象鼻蟲(*Rhabdoscelus lineatocollis* (Heller))亦有防治效果，施用 14 天後，其致病力可達 100% (陳, 2001)。

三、綠殭菌

綠殭菌(*Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson)寄主以鱗翅目昆蟲為主，尤其對夜蛾科幼蟲之致病力最強，亦可感染鞘翅目昆蟲。實驗指出綠殭菌對斜紋夜蛾及甜菜夜蛾有高致病力，具有防治潛力(高&蔡, 1989)。用綠殭菌防治毛豆夜蛾類害蟲時，有高達 90%之致死率(台南改良場, 2004)。

II. 細菌

有數種芽胞桿菌科(Bacillaceae)桿菌屬(*Bacillus*) 的細菌可用於害蟲生物防治，其中又以蘇力菌(*B. thuringiensis* Berliner)應用較廣。蘇力菌為好氣性革蘭氏陽性桿菌，其殺蟲活性主要來自於芽胞形成期產生的伴胞晶體蛋白，此結晶蛋白具毒性。毒素晶體於昆蟲腸道中在高鹼性腸液和蛋白質分解酶的作用下，被分解成原毒素(protoxin)，再活化變成毒素。這些具有活性的毒素和昆蟲中腸的腸壁上皮細胞結合，使細胞被破壞，造成昆蟲腸道溶解，中毒的昆蟲停止攝食而死亡。

蘇力菌依其不同品系而有專一之防治對象，其中應用最為廣泛的為蘇力菌克氏變種(*B. thuringiensis* var. *kurstaki*, 簡稱 Btk)，目前大部分商業化產品均由 Btk 製成。目前台灣使用的蘇力菌製劑，都針對鱗翅目幼蟲，有不同公司出產的商品，在田間已經廣泛使用，效果良好，是微生物製劑中應用最成功的一類(圖 7)。

圖 7. 用於防治鱗翅目幼蟲的蘇力菌商品。

III. 病毒

具生物防治潛力的昆蟲病毒，以桿狀病毒科(Baculovirus)與呼腸弧病毒科(Reoviridae)最受重視。桿狀病毒在寄主腸道釋出病毒粒子，感染脂肪體、表皮層、氣管皮膜及神經鞘等，在其細胞核複製新的病毒粒子。呼腸弧病毒科的細胞質多角體病毒，則主要感染寄主的中腸的上皮細胞，其病毒粒子則是在寄主的細胞質中增殖。

由於病毒必須在動物活組織內方能生長繁殖，因此欲大量生產病毒製劑比較困難。傳統靠大量養蟲以繁殖病毒的方式甚不經濟，近期則發展培養昆蟲細胞株，接種病毒後製成產品的方式，企圖改善量產技術。

一、核多角體病毒

屬於桿狀病毒科，核多角體病毒(*Nucleopolyhedrovirus*, NPV)為雙鏈 DNA 病毒，是應用性最高的病毒(圖 8)。在台灣則曾經推廣用於防治青蔥甜菜夜蛾(*S. exigua* (Hübner))，可以使藏身於蔥管內而無法以一般藥劑防治的幼蟲因染病而死亡(高等, 1991)。此外，對於近年危害中部防風林與多種果樹的黑角舞蛾(*Lymantria xylina* Swinhoe)，因一年一代，發生時期集中且幼蟲自然感染核多角體病毒的致病率高，亦是具應用潛力的生物防治因子(猶等, 1997; 趙, 2002)。

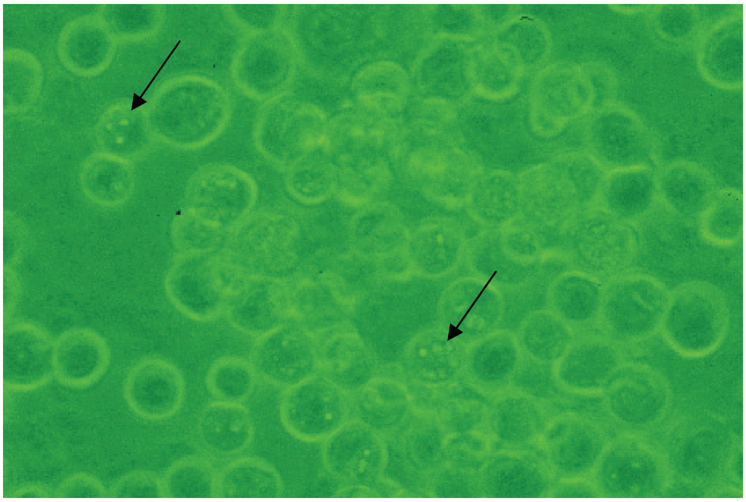

圖 8. 斜紋夜蛾核多角體病毒(*S. litura Nucleopolyhedrovirus*, *Sl* NPV)感染的斜紋夜蛾細胞株。箭頭所指為病毒在細胞中之結晶。

二、顆粒體病毒

屬於桿狀病毒科，顆粒體病毒(*Granulovirus*, GV)為雙鏈 DNA 病毒。1980-90 年高雄區農改場曾進行多項田間效果試驗，自本地罹病蟲體分離出 GV，試用於防治十字花科蔬菜的紋白蝶(*Pieris rapae crucivora* Boisduval)、小菜蛾均有防治效果，並且優於單獨使用蘇力菌，並且效果可以比蘇力菌多持續 2 週。上兩種 GV 再混合斜紋夜蛾 NPV 後，即可同時防治此三種害蟲(蘇, 1985, 1988, 1989, 1991)。

三、細胞質多角體病毒

屬於呼腸弧病毒科，細胞質多角體病毒(*Cypovirus*, CPV)為雙鏈 RNA 病毒。台灣最著名的例子是 1967-1970 年間曾發生松毛蟲(*Dendrolimus punctatus* Walker)嚴重為害松樹，當時引進日本分離的松毛蟲 CPV 作為防治之用，之後更配合蘇力菌及蟲生真菌(*Isaria* sp.)，分別施用以防治年發生三代的松毛蟲，使松毛蟲不再猖獗。惟本例當時並非田間試驗，而是直接用於森林防治害蟲，缺少施用 CPV 前後之效果追蹤評估與數據資料，松毛蟲急遽減少到底是 CPV 的效果，還是其它環境因素影響，則無法肯定。

IV. 蟲生線蟲

生物防治上研究較多蟲生線蟲(entomopathogenic nematode, EPN)為斯氏線蟲科(Steinernematidae)及異小杆線蟲科(Heterorhaditidae)。生活史包含卵期、幼蟲期及成蟲期，其中幼蟲期的三齡幼蟲行自由生活，此時的幼蟲由原本寄主排出體外，在環境中找尋下一個寄主，因此三齡幼蟲是生物防治主要利用的一個時期。這二科線蟲腸內並帶有共生菌，光桿菌(*Photorhabdus spp.*)與異小桿線蟲共生，而嗜線蟲桿菌(*Xenorhabdus* spp.)則是與斯氏線蟲共生(謝等, 2004)。當線蟲侵入昆蟲體內時，存在於線蟲腸道中的共生菌隨即釋出進入昆蟲血體腔繁殖，並對寄主昆蟲釋出毒素，可以殺死害蟲，使之兼具寄生性及病原性，故可利用性高。

台灣於 1970 年代初期引進 *Steinernema feltiae* (DD-136) (朱&金, 1975)，到 1980 年代末期又自美國引進 *S. carpocapsae*，對於蔬菜害蟲夜蛾類、小菜蛾、黃條葉蚤以及甘蔗害蟲等之致病性，以及其量產、製劑、儲存等，有較多的相關研究(侯&蕭, 1997; 蕭, 2001)。適當的線蟲品系對寄主昆蟲有高致病力，對於其它生物皆無致病性，而且寄主昆蟲不易產生抗性，加以可於 24-48 小時內殺死寄主，以及可利用人工固體或液體培養基大量生產等特點，又可長期儲存，因此具有應用開發的潛力。

結語

生物防治一直是諸多害蟲防治方法中效果顯著且極具重要性的一種，生物防治方法的開發、研究與應用一向是害蟲防治的重要項目，由於長期研究努力累積的成果，生物防治技術不斷的在進步中。當前台灣的農業正朝向安全、精緻、永續之路發展，而病蟲害之防治方法是否適當，具有關鍵性的影響。過去台灣在利用天敵昆蟲的生物防治上，有顯著的成果，如何使天敵的利用與發展更為快速、寬廣及有效，正是需要繼續努力的目標。

參考文獻

王清玲。1994。南黃薊馬天敵：中華斑腿盲椿象與曹氏小黑花椿象之捕食能力。植保會刊 36: 141-154。

王清玲。1999。小黑花椿象。台灣省農業試驗所特刊第 80 號 生物防治天敵研究和利用介紹 17-24。

台南區農業改良場。2004。農業環境改良-植物保護。行政院農業委員會 台南區農業改良場 93 年業務年報: 53-62。

朱耀沂、金小安。1975。寄生性線蟲 DD-136 的生活史與大量繁殖。植保會刊 17：121-132。

李幼成。1959。利用白殭菌(*Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.)治香蕉假莖象鼻蟲之初步觀察。植保會報 1：3-10。

李平全、侯豐男。1989。黑殭菌對斑飛蝨的病原性。中華昆蟲 9：13-19。

李文台。1999。草蛉的飼養與應用。台灣省農業試驗所特刊第 80 號 生物防治天敵研究和利用介紹 11-16。

何琦琛、羅幹成。1992。葉蟎之生物防治技術。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 15-29。

余志儒、陳炳輝。2002。錨紋瓢蟲的飼養。台灣昆蟲特刊第 3 號 農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊 193-201。

吳子淦。1992。以基徵草蛉防治柑橘葉蟎之可行性探討。中華昆蟲 12: 81-89。

吳子淦。1995。以基徵草蛉及選擇殺蟎劑綜合防治柑橘潛葉蛾、柑橘葉蟎及柑橘銹蟎。中華昆蟲 15: 113-123。

邱文杞。1989。蘇力菌、白殭菌及黑殭菌對亞洲玉米螟之防治。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 60 頁。

邱瑞珍。1966。台灣農作物害蟲之生物防治。台灣植物保護工作昆蟲篇。劉廷慰先生六十歲紀念文集: 11-22。

邱瑞珍、錢景秦、張良傳、周根清、裘曙舟。1974。小菜蛾寄生小繭蜂之大量繁殖與田間釋放。中華農業研究。23: 48-59。

邱瑞珍、賴博永、陳炳輝、陳仁昭、蕭榮福。1985。可可椰子紅胸葉蟲寄生蜂(*Tetrastichus brontispae*) 之引進繁殖與釋放試驗。台灣農業研究 34：213-222。

邱瑞珍、陳健忠。1986。臺灣亞洲玉米螟之生物防治。植保會刊 28: 23-30。

林鳳琪。1999。東方蚜小蜂。台灣省農業試驗所特刊第 80 號。生物防治天敵研究和利用介紹 43-48。

林鳳琪、王清玲、謝再添。2002。東方蚜小蜂之室內繁殖與應用。台灣昆蟲特刊第 3 號。農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊 119-131。

林慶元、呂文通。1991。利用蟲生真菌(黑殭菌)防治青蔥甜菜夜蛾。花蓮區研究彙報 7: 127-130。

周樑鎰、林鳳琪。1993。在台灣煙草粉蝨寄生蜂之紀錄。中華昆蟲 13: 265-267。

周樑鎰、蘇怡秀、周根清、柯俊成。1999。台灣產寄生粉蝨之恩蚜小蜂記要(膜翅目：蚜小蜂科)。中華昆蟲 19: 331-341。

施劍鎣、王前智。2002。釋放溫室捕植蟎生物防治楊桃(*Amblyseius womersleyi*)及草莓二點葉蟎(*Tetranychuis urticae*)。農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊：59-80。

侯豐男。2000。害蟲微生物防治。225-239。應用昆蟲學。國立台灣大學昆蟲學系出版。401 頁。

侯豐男、蕭文鳳。1997。蟲生線蟲在農業上之應用。中華特刊第 10 號。昆蟲生態及生物防治研討會專刊 10: 145-160。

高清文、蔡勇勝。1989。利用蟲生真菌防治甜菜夜蛾。中華昆蟲特刊第 4 號。第一屆蟎蜱學研討會 4: 214-225。

高靜華、鄭允。2002。小菜蛾寄生蜂之量產技術及田間應用研究。台灣昆蟲特刊第 3 號 農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊 133-145。

高穗生、黃莉欣、夏維泰。1991。核多角體病毒添加展著劑對甜菜夜蛾幼蟲致病效果之影響。中華昆蟲 11:330-334。

章加寶。1997。天敵昆蟲草蛉在有機農業害蟲防治上的利用。有機農業科技成果研討會專刊 135-147。台中區農業改良場編印。

章加寶。2002。黃斑粗喙椿象 (*Eocanthecona furcellata*) 大量飼養與應用。台灣昆蟲特刊第 3 號 農作物害蟲與害蟎生物防治研討會專刊 175-181。

章家寶、黃勝泉。1995。釋放徵草蛉防治草莓園葉蟎之效益評估。植保會刊 37: 41-58。

章加寶、謝豐國。2001。黃斑粗喙椿象（Eocanthecona furcellata (Wolff) (Hemiptera：Pentatomidae)）對數種食餌捕食量測定。台灣昆蟲。21:257-267。

陳仁昭。1992。可可椰子紅胸葉蟲生物防治。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 31-41。

陳文雄、張煥英。2001。有機栽培蔬果之害蟲防治技術。台南區農業改良場技術專刊 111: 1-18。

陳金壁。1963。論應用土產赤眼卵寄生蜂輸入天敵防治甘蔗螟蟲之效果。中華農學會報 新 44: 1-8。

陳金壁。1973。臺灣以益蟲防治甘蔗害蟲之研究結果及其應用。科學發展月刊 1 (3): 10-15。

陳明昭。2001。亞洲棕櫚象鼻蟲之生活史及生態研究。高雄區農業改良場研究彙報 13: 10-19。

陳炳輝、羅幹成。1991。台灣害蟲與害蟎之生物防治。近年來台灣昆蟲學之研究發展研討會專刊 126-136。

陶家駒。1966。柑橘害蟲。台灣植物保護工作昆蟲篇 137-188。

猶建中、高懷心、王重雄*、趙榮台、陸聲山。1997。黑角舞蛾核多角體病毒之特性及體外增殖系統之建立。中華昆蟲 17：11-22。

趙榮台。2002。邁向黑角舞蛾的綜合防治。農政與農情 122: 81-84。

鄭文義。1986。在臺灣對蔗螟赤眼卵蜂及應用於防治蔗螟之研究。植保會刊 28: 41-58。

鄭文義。1997。赤眼卵蜂在台灣之利用。中華昆蟲特刊第 10 號 昆蟲生態及生物防治研討會專刊 131-142。

鄭文義、王瑞圖、陳先明。1995。甜玉米田內亞洲玉米螟生物防治試驗。。台灣糖業研究所研究彙報 148: 11-29。

鄭文義、蘇宗宏、江炳輝、楊文煜、余丁壽、洪相信、洪榮款。1978。在台灣大量釋放赤眼卵寄生蜂防治甘蔗螟蟲之成效。台灣糖業研究所研究彙報 80: 21-36。

潘榮松。1966。甘蔗害蟲。台灣植物保護工作昆蟲篇 235-241。

謝奉家、林宗俊、曾瑞堂、高穗生。2004。兼具殺蟲與抗菌作用吃線蟲共生細菌-光桿菌。植保會刊：46：163-172。

蕭文鳳。2001。蟲生線蟲在農林害蟲管理上之應用。跨世紀台灣昆蟲學研究之進展研討會論文集：95-114。國立自然科博館印行。

錢景秦。1997。寄生蜂之寄生策略與防治效果之關係。中華昆蟲特刊第 10 號: 91−118。

錢景秦、邱瑞珍。1985。小菜蛾幼蟲寄生蜂(*Apanteles plutellae*)之重複寄生蜂。中華農業研究 34: 341-351。

錢景秦、邱瑞珍、古琇芷。1988。柑橘木蝨之生物防治 I.亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata*) 之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 37: 430-439。

錢景秦、朱耀沂、古琇芷。1991。柑橘木蝨之生物防治 II. 亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂對柑橘木蝨之防治效果評估。中華昆蟲。11: 25-38。

羅幹成。1988。果樹葉蟎之綜合防治。中華昆蟲特刊第 2 號 61-70。

羅幹成。1996。利用益蟎防治害蟲 (蟎) 之潛力。植物保護學會會刊 38: 99-110。

羅幹成。1997。捕食性天敵在台灣的利用與展望。中華昆蟲特刊第 10 號: 57-64。

羅幹成、陶家駒。1966。台灣柑橘吹綿介殼蟲之天敵。中華農業研究 15: 52-56。

羅幹成、陳秋男。1995。台灣農作害蟲防治近二十年之進展。植物保護學會會刊 37: 357-380。

羅幹成、曾信光、何琦琛。1984。草莓葉蟎生物防治 (I)。中華農業研究 33: 406-417。

羅幹成、何琦琛、吳子淦、林香如。1986。溫帶梨樹葉蟎類棲群動態及綜合防治之研究。農學團體 75 年聯合年會特刊：98-111。

蘇先平。1984。花蓮地區釋放赤眼卵寄生蜂防治玉米螟試驗結果初報。花蓮區農業推廣簡訊 1: 4。

蘇智勇。1985。顆粒體病毒田間防治紋白蝶之評估。中華昆蟲 5: 37-40。

蘇智勇。1988。利用顆粒體病毒防治小菜蛾。中華昆蟲 8: 161-163

蘇智勇。1989。利用昆蟲病毒防治十字花科蔬菜的三種鱗翅目害蟲。中華昆蟲 9: 189-196。

蘇智勇。1991。白殭菌防治甘藷蟻象。中華昆蟲 11: 162-168。

蘇智勇。1991。利用顆粒體病毒及蘇力菌防治小菜蛾及紋白蝶田間試驗。中華昆蟲 11：174-178。

Lo, K. C., W. T. Lee, T. K. Wu, and C. C. Ho. 1990. Use of predators to control spider mites (Acarina: Tetranchidae) in the Republic of China on Taiwan. Proc. Intern. Seminar “The use of parasites and predators to control agricultural pests”. FFTC Book series No. 40: 166-178.

Shih, T. C. I. 1985. Biological control of mulberry spider mites, *Tetranychus kanzawai* with augmentation of *Amblyseius womersleyi*. A review of the biological control of crop pests in Taiwan. 21-27.

Talekar, N. S., J. C. Yang, and S. T. Lee. 1992. Introduction of *Diadegma semiclausum* to control diamondback moth in Taiwan. pp. 263-270. *In*: Proceedings of the Second International workshop of “Diamondback Moth and Other Crucifer Pests”, AVRDC, Shan-Hua, Tainan, Taiwan.

Wang, C. L. 1998. *Orius strigicollis* and *Orius tantillus* as predators of thrips in Taiwan Proceedings 6th International symp. thysanoptera, Antalya, Turkey, Apr. 27-May 1, pp.163-166.

Wang, C. L., P. C. Lee, and Y. J. Wu. 2001. Field augmentation of *Orius strigicollis* for the control of thrips in Taiwan. International Seminar on Biological Control of Insect Pests in Economic Crops:141-152. Seminar held May 14-18, 2001, Suwon, Korea. FFTC and RDA of Korea.

行政院農業委員會農業試驗所
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
1895